

AO 107

## Method for continuous casting of highly ductile ferritic stainless steel strips between rolls, and resulting thin strips

Patent Number: ☐ US6588494

Publication date: 2003-07-08

Inventor(s): MAZURIER FREDERIC (FR); PARADIS PHILIPPE (FR)

Applicant(s): USINOR (FR)

Requested Patent: ☐ FR2790485

Application Number: US20010914430 20011210

Priority Number(s): FR19990002749 19990305; WO2000FR00498 20000229

IPC Classification: B22D11/06; C22C38/18

EC Classification: B22D11/06E, C21D8/02A, C21D8/02B2, C22C38/18, C22C38/28

Equivalents: AU3169600, AU757018, BR0008700, DE60000924D, DE60000924T, DK1163376T, ☐ EP1163376 (WO0053817), B1, ES2185574T, JP2002538007, TW503138, ☐ WO0053817

### Abstract

The invention relates to a process for the casting of thin strip having a thickness of less than 10 mm, made of ferritic stainless steel, directly from liquid metal between two rotating cooled rolls having parallel horizontal axes, characterized in that: the said ferritic stainless steel contains (in percentages by weight) from 11 to 18% chromium, less than 1% manganese, less than 1% silicon and less than 2.5% molybdenum; the said ferritic stainless steel has carbon and nitrogen contents, the sum of the contents not exceeding 0.05%; the said ferritic stainless steel contains at least one of the stabilizing elements titanium, niobium, zirconium and aluminium and the sum of their contents is between 0.05 and 1%; the other elements present are iron and the usual impurities resulting from the smelting. The subject of the invention is also thin strip capable of being obtained by the above process

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BEST AVAILABLE COPY**

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 790 485**

⑫ N° d'enregistrement national : **99 02749**

⑬ Int Cl<sup>7</sup> : C 21 D 8/02, C 22 C 38/18, B 22 D 11/08

⑭

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

② Date de dépôt : 05.03.99.

③ Priorité :

④ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 08.09.00 Bulletin 00/36.

⑤ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦ Demandeur(s) : *USINOR Société anonyme — FR.*

⑧ Inventeur(s) : MAZURIER FREDERIC et PARADIS  
PHILIPPE.

⑨ Titulaire(s) :

⑩ Mandataire(s) :

⑪ PROCÉDE DE COULÉE CONTINUE ENTRE CYLINDRES DE BANDES D'ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE A  
HAUTE DUCTILITE, ET BANDES MINCES AINSI OBTENUES.

⑫ L'invention concerne un procédé de coulée de bandes  
minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable  
ferritique directement à partir de métal liquide entre deux cy-  
lindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles,  
caractérisé en ce que :

- ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcenta-  
ges pondéraux) de 11 à 18% de chrome, moins de 1% de  
manganèse, moins de 1% de silicium, moins de 2, 5% de  
molybdène;

- ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbo-  
ne et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,  
05%;

- ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un  
des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, alumi-  
nium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05  
et 1%;

- les autres éléments présents sont du fer et des impu-  
retés habituelles résultant de l'élaboration.

L'invention a également pour objet des bandes minces  
susceptibles d'être obtenues par le procédé précédent.

FR 2 790 485 - A1



**PROCEDE DE COULEE CONTINUE ENTRE CYLINDRES DE BANDES  
D'ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE A HAUTE DUCTILITE, ET BANDES  
MINCES AINSI OBTENUES**

5 L'invention concerne la coulée continue des métaux, et plus précisément la coulée continue, directement à partir de métal liquide, de bandes d'acier inoxydable de type ferritique dont l'épaisseur est de l'ordre de quelques mm, par le procédé dit de « coulée entre cylindres ».

10 Ces dernières années ont vu s'accomplir des progrès sensibles dans le développement des procédés de coulée de bandes minces d'acier au carbone ou inoxydable directement à partir de métal liquide. Le procédé principalement utilisé aujourd'hui est la coulée dudit métal liquide entre deux cylindres refroidis intérieurement, tournant autour de leurs axes horizontaux dans des sens opposés, et disposés parallèlement l'un à l'autre, la distance minimale entre leurs surfaces étant sensiblement égale à l'épaisseur que l'on désire  
15 conférer à la bande coulée (par exemple quelques mm). L'espace de coulée renfermant l'acier liquide est défini par les surfaces latérales des cylindres, sur lesquelles s'initie la solidification de la bande, et par des plaques de fermeture latérale en réfractaire appliquées contre les extrémités des cylindres. Le métal liquide initie sa solidification au contact des surfaces extérieures des cylindres, sur lesquelles il forme des « peaux » solidifiées, dont on  
20 fait en sorte qu'elles se rejoignent au niveau du « col », c'est à dire de la zone où la distance entre les cylindres est minimale.

Les bandes minces en acier inoxydable ferritique obtenues par coulée continue entre deux cylindres présentent une fragilité importante, qui rend difficile leur transformation à froid lors des opérations habituelles telles que le débobinage, le cisailage  
25 des rives ou le laminage à froid. On explique la mauvaise ductilité des bandes coulées entre cylindres essentiellement par la structure à très gros grains résultant du mode de solidification rapide entre les cylindres de coulée, associée à un temps de séjour important à température élevée après que la bande solidifiée a quitté l'emprise des cylindres. La dureté élevée de ces grains ferritiques sursaturés en éléments interstitiels tels que le carbone et l'azote constitue un facteur aggravant pour la fragilité des bandes minces.  
30

Plusieurs tentatives ont été faites, dans le passé, pour mettre au point un procédé de coulée entre cylindres d'aciers inoxydables ferritiques présentant une bonne ductilité. Elles s'appuyaient largement sur l'addition d'éléments stabilisants connus, tels que le titane et le niobium, et imposaient des limitations analytiques sur le taux maximum  
35 d'austénite présent à haute température, désigné par le symbole  $\gamma_p$ . A ces conditions analytiques, on associait un contrôle de la vitesse de refroidissement, l'application d'un laminage à chaud, ou le contrôle de la température de bobinage des bandes coulées.

Ainsi, le document EP - A - 0 881 305 décrit une nuance ferritique non stabilisée, que l'on obtient par coulée directe d'une bande entre cylindres, la bande étant ensuite

bobinée à une température inférieure à 600°C. Elle est ensuite recuite en vase clos, toujours sous forme bobinée. Un bobinage en dessous de 600°C permet de limiter la précipitation des carbures au stade brut de coulée, et ainsi d'éviter leur coalescence sous forme de films continus très fragilisants lors du recuit vase clos.

- 5 Le document EP - A - 0 638 653 préconise la coulée d'une nuance ferritique à teneur en chrome pouvant être relativement élevée (13-25%) stabilisée au titane, au niobium ou à l'aluminium (0.05% au moins), à basses teneurs en carbone et azote, et présentant un indice  $\gamma_p$  négatif,  $\gamma_p$  étant la quantité maximale d'austénite formée à haute température. Cette grandeur est définie par la relation de Tricot et Castro et se calcule par
- 10 la formule :

$$\gamma_p = 420 C\% + 470 N\% + 23 Ni\% + 9 Cu\% + 7 Mn\% - 11,5 Cr\% - 11,5 Si\% - 12 Mo\% - 23 V\% - 47 Nb\% - 49 Ti\% - 52 Al\% + 189$$

- Après la coulée, on procède à un laminage à chaud avec un taux de réduction supérieur à 5% dans l'intervalle 950-1150°C, suivi d'un refroidissement lent à moins de
- 15 20°C/s ou d'un maintien à haute température pendant plus de 5 secondes. Le bobinage de la bande a ensuite lieu à moins de 700°C. Selon ce document, on vise à éviter la formation d'austénite à haute température en imposant un indice  $\gamma_p$  négatif pour empêcher la formation de martensite sur la bande, ce qui la rendrait fragile. La présence de stabilisants conduit, par le fait de la solidification rapide, à de fins précipités fragilisants. Le laminage à
- 20 chaud avec maintien à haute température et le refroidissement lent favorisent la précipitation, et surtout la coalescence de ces précipités, qui deviennent ainsi inoffensifs. Le bobinage froid permet d'éviter la formation de phases intermétalliques fragiles.

- Le document JP - A - 08283845 préconise un laminage à chaud asynchrone d'une bande coulée à une épaisseur initiale inférieure à 10 mm, ayant pour effet d'améliorer la
- 25 ductilité en affinant la structure des bandes minces par recristallisation. La coulée est suivie par un laminage à chaud asynchrone et un traitement thermique. On cherche ici à améliorer la ductilité des bandes minces par un traitement de recristallisation.

- Le document JP - A - 08295943 utilise une autre estimation de la quantité maximale d'austénite formée à chaud, en l'absence d'éléments stabilisants. Cette quantité
- 30  $\gamma_p$  est calculée par :

$$\gamma_p = 420 C\% + 470 N\% + 23 Ni\% + 7 Mn\% - 11,5 Cr\% - 11,5 Si\% - 52 Al\% + 189$$

- On coule entre cylindres une bande dont l'indice  $\gamma_p$  est supérieur à 25%, on la lamine à chaud avec un taux de réduction supérieur à 20% à moins de 1200°C, puis on la met en bobines et on effectue un recuit vase clos des bobines entre 700 et 900°C pendant 4
- 35 heures. Le but visé est l'obtention d'une bande à excellente qualité de surface, sans que l'on s'intéresse spécialement à sa ductilité.

Tous ces procédés nécessitent des traitements thermiques particuliers, pouvant nécessiter des installations spéciales, être coûteux en énergie et, dans le cas des recuits vase

clos, également en temps. Les avantages économiques procurés par la coulée directe de bandes minces sont donc en grande partie atténués par ces procédés.

Le but de l'invention est de procurer aux aciéristes un procédé de fabrication, par coulée entre cylindres, de bandes minces d'acier inoxydable ferritique devant subir ensuite les transformations à froid classiques, sans nécessiter d'opérations complexes ou coûteuses telles qu'un refroidissement contrôlé de la bande ou un recuit vase clos pour conférer auxdites bandes une bonne ductilité.

Avec cet objectif en vue, l'invention a pour objet un procédé de coulée de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable ferritique directement à partir de métal liquide entre deux cylindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles, caractérisé en ce que :

- ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcentages pondéraux) de 11 à 18% de chrome, moins de 1% de manganèse, moins de 1% de silicium, moins de 2,5% de molybdène ;
- ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbone et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,05% ;
- ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, aluminium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05 et 1% ;
- les autres éléments présents sont du fer et des impuretés habituelles résultant de l'élaboration ;
- l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est supérieur ou égal à 30, avec :  
$$\gamma_p = 420 \text{ C}\% + 470 \text{ N}\% + 23 \text{ Ni}\% + 9 \text{ Cu}\% + 7 \text{ Mn}\% - 11,5 \text{ Cr}\% - 11,5 \text{ Si}\% - 12 \text{ Mo}\% - 23 \text{ V}\% - 47 \text{ Nb}\% - 49 \text{ Ti}\% - 52 \text{ Al}\% + 189$$
- et en ce qu'après la coulée on effectue un bobinage de la bande mince à une température inférieure à 600°C.

L'invention a également pour objet des bandes minces susceptibles d'être obtenues par le procédé précédent.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à associer la présence d'un ou plusieurs éléments stabilisants en quantités significatives à des teneurs en autres éléments d'alliage qui maintiennent néanmoins l'indice  $\gamma_p$  à une valeur élevée, et à un bobinage de la bande à une température relativement basse. La conjonction d'éléments stabilisants et d'un indice  $\gamma_p$  élevé n'était pas connue dans l'art antérieur, a fortiori son association avec une température de bobinage basse qui permet de concilier ces caractéristiques analytiques avec une très bonne ductilité de la bande, sans, de plus, qu'il soit nécessaire de procéder à un refroidissement contrôlé de la bande ou à un traitement thermique pénalisant en temps et en énergie.

Les différentes caractéristiques sont motivées par les considérations suivantes.

La teneur en chrome supérieure à 11% est conforme aux exigences habituelles rencontrées dans les aciers inoxydables ferritiques. Le maximum de 18% est justifié en ce qu'au-delà de cette limite, la température de transition ductile-fragile des aciers inoxydables augmente sensiblement, et l'invention devient alors inopérante. Le chrome a également tendance à faire fortement baisser la valeur de l'indice  $\gamma_p$ .

Les teneurs en silicium et molybdène sont respectivement maintenues à 1% et 2,5% au maximum, afin d'éviter la formation de composés intermétalliques ou la formation de phases intermétalliques de type  $\sigma$  ou  $\chi$ . La teneur maximale en silicium est d'ailleurs ni plus ni moins conforme à celles rencontrées sur les nuances ferritiques classiques, comme la teneur maximale en manganèse de 1%.

La teneur totale en éléments stabilisants, à savoir en titane, niobium, zirconium et aluminium, doit être supérieure ou égale à 0,05% pour qu'ils puissent jouer leur rôle habituel. Au-delà de 1%, on observe des problèmes de coulabilité de l'acier liquide à travers les busettes de l'installation de coulée, ainsi que la présence de défauts de surface sur la bande qui peuvent constituer des amorces de ruptures. Il faut également veiller à ce qu'une présence importante d'éléments stabilisants n'abaisse pas l'indice  $\gamma_p$  jusqu'à une valeur qui serait excessivement basse, si par ailleurs le silicium, le molybdène et le vanadium sont présents à de fortes teneurs. Simultanément, la teneur totale en carbone et azote ne doit pas dépasser 0,05% pour ne pas former une quantité excessive de carbures ou de carbonitrides fragilisants.

Lorsque l'indice  $\gamma_p$  est inférieur à 30%, le biphasage ferrite-austénite à haute température, après la fin de la solidification, n'est pas suffisant pour permettre un affinement de la structure de la bande et améliorer sensiblement la ductilité du produit coulé. Si l'indice  $\gamma_p$  est supérieur à 60%, la ductilité se détériore, car la contraction résultant de la transformation de phase ferrite-austénite à haute température risque de conduire à l'apparition de défauts de surface tels que des criques, qui constituent autant d'amorces de ruptures possibles lors des opérations de transformation ultérieures.

D'autre part, si la température de bobinage est supérieure à 600°C, il y a formation de précipités fragilisants, et le problème que l'on s'était posé n'est pas résolu.

On va, à présent, donner des exemples d'application de l'invention, et les confronter à des exemples de référence. Tous ces exemples concernent la coulée d'aciers inoxydables ferritiques à relativement basses teneurs en chrome (11,5% environ), mais il est entendu que des résultats comparables peuvent être obtenus avec des aciers présentant des teneurs en chrome plus élevées, dans la limite de 18% comme spécifié précédemment. Ces aciers ont été coulés en bandes de 3 mm d'épaisseur en sortie des cylindres. Le tableau 1 précise les compositions (en pourcentages pondéraux) des aciers ayant fait l'objet des essais ; les aciers A et B ont des compositions conformes aux exigences de l'invention, l'acier C est donné à titre de référence.

Nuance	C%	Mn%	P%	S%	Si%	Ni%	Cr%	Cu%	Mo%	Nb%	V%	Ti%	N%	Al%	$\gamma_p\%$
A	0,012	0,290	0,015	0,001	0,560	0,090	11,497	0,022	0,0006	0,002	0,079	0,178	0,010	0,005	53,6
B	0,014	0,225	0,017	0,002	0,471	0,088	11,514	0,009	0,042	0,288	0,045	0,003	0,011	0,002	50,6
C	0,011	0,282	0,015	0,001	0,688	0,065	11,711	0,028	0,0010	0,354	0,050	0,299	0,010	0,009	26,5

Tableau 1 : Composition chimique des aciers étudiés

Les nuances A, B et C se distinguent essentiellement en ce que la nuance A est stabilisée au titane, la nuance B est stabilisée au niobium et la nuance C est stabilisée par ces deux éléments à la fois. Dans cette dernière nuance, la présence simultanée à des teneurs assez importantes de ces deux stabilisants, ainsi que la teneur en silicium plus élevée que dans les nuances A et B, ont entraîné un abaissement de l'indice  $\gamma_p$  en dessous de la limite de 30% exigée par l'invention.

Le tableau 2 regroupe les conditions d'essais particulières auxquelles ont été soumis les aciers précédents, en termes de taux de réduction et de température lors du laminage à chaud éventuel, et en termes de température de bobinage. On y a également reporté les résultats des essais de flexion par choc sur éprouvettes Charpy auxquels ont été soumises les bandes postérieurement à leur bobinage, dans le but de déterminer leur énergie de rupture à une température de 0°C. A cet effet, on a utilisé des éprouvettes entaillées en V. On considère qu'une énergie de rupture inférieure à 40 J/cm<sup>2</sup> est insuffisante pour procurer aux bandes des propriétés garantissant un débobinage sans incident et pour autoriser les transformations à froid habituelles.

Essai	Nuance	Taux de réduction au laminage à chaud (%)	Température de laminage à chaud (°C)	Température de bobinage (°C)	Energie de rupture à 0°C (J/cm <sup>2</sup> )
1 (référence)	A	-	-	800	35
2 (invention)	A	-	-	500	85
3 (référence)	B	-	-	800	20
4 (référence)	C	-	-	500	30
5 (référence)	A	10	1000	800	34
6 (invention)	A	10	1000	500	185

Tableau 2 : Conditions de traitement des bandes et résultats des essais de flexion par choc effectués sur les éprouvettes Charpy

Les essais 1 à 3 ont été effectués sur des aciers dont l'indice  $\gamma_p$  était supérieur à 30%, conformément à l'invention. Ils illustrent l'effet bénéfique d'un bobinage à basse température sur la ductilité de la bande, en ce que seul l'essai 2 où le bobinage a eu lieu à 500°C a donné lieu à une ductilité satisfaisante de la bande coulée, car on a réussi à éviter

la formation de précipités fragilisants dans l'acier bobiné. Cela n'est pas possible lorsque le bobinage est effectué à 800°C (essais 1 et 3), et l'énergie de rupture par essai Charpy se situe alors en deçà de la limite inférieure de 40 J/cm<sup>2</sup> que l'on considère comme satisfaisante.

- 5        Dans l'essai 4, le bobinage a bien été effectué à une température de 500°C, conformément à l'invention, et on n'a pas observé la formation de précipités fragilisants. Cependant, cet essai portait sur une nuance dont l'indice  $\gamma_p$  était inférieur aux 30% requis par l'invention, et la quantité d'austénite formée à chaud a été insuffisante pour permettre un affinement très substantiel de la structure à gros grains obtenue après la solidification.
- 10    En conséquence, et malgré la présence en quantité élevée d'éléments stabilisants, la ductilité de la bande après bobinage n'était pas plus satisfaisante qu'après les essais 1 et 3.

- Au cours des essais 5 et 6, on a examiné l'influence d'un laminage à chaud de la bande, effectué en sortie des cylindres avant le bobinage. Ce laminage a été effectué à une température de 1000°C, avec un taux de réduction de 10% de l'épaisseur de la bande. On
- 15    constate (essai 5) que l'affinement de la structure initiale procuré par un tel laminage à chaud n'est cependant pas suffisant pour compenser les effets négatifs d'un bobinage à température élevée (800°C) sur la ductilité de la bande. En revanche, si le bobinage de la bande laminée à chaud dans de telles conditions est effectué à une température assez basse pour être conforme à l'invention (500°C, essai 6), on obtient une amélioration considérable
- 20    de la ductilité par rapport à celle observée sur le même acier lors de l'essai 2 en l'absence de laminage à chaud, alors même que cette ductilité était déjà satisfaisante.



## REVENDEICATIONS

1) Procédé de coulée de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable ferritique directement à partir de métal liquide entre deux cylindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles, caractérisé en ce que :

- ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcentages pondéraux) de 11 à 18% de chrome, moins de 1% de manganèse, moins de 1% de silicium, moins de 2,5% de molybdène ;

- ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbone et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,05% ;

- ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, aluminium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05 et 1% ;

- les autres éléments présents sont du fer et des impuretés habituelles résultant de l'élaboration ;

- l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est supérieur ou égal à 30, avec :

$$\gamma_p = 420 C\% + 470 N\% + 23 Ni\% + 9 Cu\% + 7 Mn\% - 11,5 Cr\% - 11,5 Si\% - 12 Mo\% - 23 V\% - 47 Nb\% - 49 Ti\% - 52 Al\% + 189$$

- et en ce qu'après la coulée on effectue un bobinage de la bande mince à une température inférieure à 600°C.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite bande coulée, avant son bobinage, subit un laminage à chaud entre 1200 et 900°C avec un taux de réduction supérieur à 5%.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est compris entre 30 et 60%.

4) Bande mince en acier inoxydable ferritique, à haute ductilité, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être obtenue par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 3.

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2790485

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 570003  
FR 9902749

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 septembre 1998 (1998-09-30) & JP 10 176223 A (NIPPON STEEL CORP), 30 juin 1998 (1998-06-30) * abrégé *	1-4
Y	EP 0 247 264 A (NIPPON STEEL CORP) 2 décembre 1987 (1987-12-02) * page 5, ligne 15 - ligne 26; revendication 1 *	1-4
A,D	EP 0 638 653 A (NIPPON STEEL CORP) 15 février 1995 (1995-02-15)	
A,D	EP 0 881 305 A (USINOR) 2 décembre 1998 (1998-12-02)	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 septembre 1995 (1995-09-29) & JP 07 118754 A (NIPPON STEEL CORP), 9 mai 1995 (1995-05-09) * abrégé *	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.8)
		C21D C22C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
10 décembre 1999		Mollet, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1  
EPO FORM 1503 (03.02) (P04C13)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**